

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta Strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Chladicí zařízení

Refrigeration System

Student:

Ondřej Bajer

Vedoucí práce:

Ing. Zdeněk Noga, CSc.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Ondřej Bajer**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma: **Chladicí zařízení**
Refrigeration System

Zásady pro vypracování:

Pro potřebu veterinární medicíny navrhnete chladicí zařízení pro aplikaci hypotermie při léčení a rehabilitaci zmožených a zánětem postižených částí koňských končetin. Při návrhu zařízení vycházejte z Patentového spisu 303 114, anatomie koňské končetiny a požadavku zajištění pohybu koně při jeho léčení mimo ustájení. Chladicí výkon zařízení se pokuste stanovit i experimentálně např. pomocí ledového zábalu.

Proved'te :

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrženého zařízení a nezbytnými výpočty ve členění – seznam požadavků, funkční struktura, morfologická matice, orgánová a hrubá stavební struktura.
2. 3D model konstrukčního návrhu zařízení.
3. Výrobní výkresovou dokumentaci chladicího zařízení.

Rozsah výtahu z Bakalářského projektu v textové části práce cca 5str., rozsah výkresové části min. 1A0

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory.

Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura.

Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

HUBKA, V. Konstrukční nauka.

Zürich: Heurista, 1995. 105s. ISBN 80-90 1135-0-8

Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.

FS_SME_05_003 verze: G

Noga, Z. – Tomeček, F.: Zařízení pro aplikaci hypotermie - Patent číslo 303 114 z r. 2012

LITERÁRNÍ REŠERŠE – zpracovaná v rámci Bakalářského projektu

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Noga, CSc.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

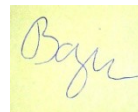


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 20. 5. 2013

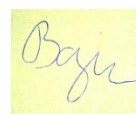


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20. 5. 2013



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

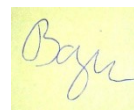
Ondřej Bajer

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Závišice 132, Kopřivnice 742 21

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování Ing. Zdeňku Nogovi, CSc. za cenné rady a trpělivost při vedení mé bakalářské práce.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Bayu', is written on a small, rectangular yellow sticky note. The note is placed on a white background.

podpis

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

BAJER, ONDŘEJ. *Chladicí zařízení*. Ostrava, 2013. Bakalářská práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava, 57 s. Vedoucí práce: Ing. Noga Zdeněk, CSc.

Bakalářská práce se zabývá návrhem chladicího zařízení aplikovaného na zvířecí tkáň. Návrh hypotermického zařízení je zpracován pro šlachy na holeních kostech koní. V rešeršní části práce je nastíněn význam hypotermie a dosavadní způsoby jejího technického zabezpečení. Experimentem byl stanoven potřebný chladicí výkon zařízení. Po upřesnění požadavků na zařízení je zpracována funkční struktura a morfologická matice. Poté byl vybrán koncept, který je rozpracován do čisté stavební struktury, jež je přílohou bakalářské práce.

Klíčová slova: chladicí zařízení, kůň, šlacha, holenní kosti

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

BAJER, ONDŘEJ. *Refrigeration System*, Ostrava, 2013. Bachelor Thesis. VŠB - Technical University of Ostrava, 57 s. Thesis head: Ing. Noga Zdeněk, CSc.

This thesis describes design of cooling device applicated to animal tissue. The design of hypothermic device is intended for horse tibial tendons cooling. In the research part of the thesis there are introduced applications of hypothermia and present ways of its technical implementation. Necessary cooling output of the device has been determined by experiment. After further specification of requirements there are function structure and morphologic matrix made. In the end a concept was chosen which was worked out into pure structure blueprint, which can be found in annex of the tesis.

Keywords: cooling device, horse, tibial tendon

Obsah

SEZNAM POŽITÝCH ZNAČEK	10
ÚVOD	12
1 LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	13
1.1 Hypotermie u koní	13
1.2 Mechanické a funkční vlastnosti šlachových struktur koně.....	13
1.3 Léčba chladem	14
1.3.1 Použití léčby chladem.....	15
1.3.2 Čas chlazení	15
1.4 Současný stav techniky	15
1.4.1 Chladivá bandáž.....	16
1.4.2 Zdravotní kamaše pro koně na chladivý nebo teplý obklad	16
1.4.3 Chladicí a masážní boty (COOL+PRESS® BOOTS)	17
2 POŽADAVKOVÝ LIST.....	18
2.1 Konzultace s veterinářem.....	18
2.2 Upřesnění zadání	18
2.3 Specifikace požadavků	Chyba! Záložka není definována.
3 FUNKČNÍ STRUKTURA.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
4 ORGÁNOVÁ STRUTURA.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
4.1 Varianta A - Mobilní	Chyba! Záložka není definována.
4.2 Varianta A - Externí zdroj	Chyba! Záložka není definována.
4.3 Varianta B - Mobilní	Chyba! Záložka není definována.
4.4 Varianta B - Externí zdroj	Chyba! Záložka není definována.
4.5 Posouzení požadavků.....	Chyba! Záložka není definována.
5 HRUBÁ STAVEBNÍ STRUKTŮRA	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ
DEFINOVÁNA.	
6 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	33
6.1 3D Scan	33

6.1.1	Pokusný objekt	35
6.2	Měření času potřebného k roztopení ledu	Chyba! Záložka není definována.
7	VÝPOČTOVÁ ČÁST	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
7.1	Stanovení chlazeného výkonu	Chyba! Záložka není definována.
7.2	Odhad teplosměnných plochy	Chyba! Záložka není definována.
7.3	Stanovení průtoku vzduchu	Chyba! Záložka není definována.
7.4	Stanovení rychlosti vzduchu v chladiči	Chyba! Záložka není definována.
7.5	Stanovení součinitele přestupu tepla v chladiči:	Chyba! Záložka není definována.
8	ÚPLNÁ STAVEBNÍ STRUKTURA	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
8.1	Kontaktní vrstva	Chyba! Záložka není definována.
8.2	Chladicí prvek.....	Chyba! Záložka není definována.
8.3	Nosný prvek.....	Chyba! Záložka není definována.
8.4	Peltierovy články.....	Chyba! Záložka není definována.
8.5	Chladič.....	Chyba! Záložka není definována.
8.5.1	Ostatní komponenty chladiče	Chyba! Záložka není definována.
8.6	Použité ventilátory	Chyba! Záložka není definována.
8.7	Použité baterie.....	Chyba! Záložka není definována.
8.8	Izolační prvky.....	Chyba! Záložka není definována.
8.9	Technická specifikace zařízení.....	51
	ZÁVĚR.....	52
	SEZNAM LITERATURY:	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	55
	SEZNAM TABULEK	56
	SEZNAM PŘÍLOH.....	57
	SEZNAM VÝKRESŮ.....	57

SEZNAM POŽITÝCH ZNAČEK

Gz - Graetzovo kritérium	$[-]$
L - Délka kanálku	$[m]$
Nu - Nusseltovo kritérium	$[-]$
O - Obvod kanálku	$[m]$
P - Zvolený výkon	$[W]$
P_0 - Výkon na chlazené ploše	$[W]$
Pr - Prandtlovo kritérium	$[-]$
Q - Teplo	$[J]$
Q_v - Objemový průtok ventilátoru	$\left[\frac{m^3}{hod} \right]$
Re - Reynoldsovo kritérium	$[-]$
S - Teplosměnná plocha	$[m^2]$
S_{ch} - Teplosměnná plocha zvolená	$[m^2]$
S_k - Chlazená plocha na těle koně	$[m^2]$
S_{kn} - Průřez jednoho kanálku	$[m^2]$
S_s - Plocha pokusného sáčku	$[m^2]$
V - Objem vzduchu	$[m^3]$
V_t - Potřebné množství vzduchu	$\left[\frac{m^3}{hod} \right]$
c_p - Měrná tepelná kapacita vzduchu	$\left[\frac{J}{Kg * K} \right]$

c_v - Objemová měrná tepelná kapacita	$\left[\frac{W}{\frac{m^3}{s} * K} \right]$
d_{eqv} - Ekvivalentní průměr	$[m]$
k_p - Bezpečnost	$[-]$
m - Množství ledu	$[Kg]$
m_v - Hmotnost vzduchu	$[Kg]$
t_0 - Počáteční teplota ledu	$[^{\circ}C]$
t_1 - Teplota okolí	$[^{\circ}C]$
t_2 - Teplota Peltierova článku	$[^{\circ}C]$
t_s - Teplota ve stáji	$[^{\circ}C]$
v - Rychlost vzduchu	$\left[\frac{m}{s} \right]$
Φ - Tepelný tok	$[W]$
α - Koeficient přestupu tepla	$\left[\frac{W}{m^2 * K} \right]$
α_v - Koeficient přestupu tepla vypočtený	$\left[\frac{W}{m^2 * k} \right]$
η - Dynamická viskozita vzduchu	$[Pa]$
λ_v - Tepelná vodivost vzduchu	$\left[\frac{W}{m * K} \right]$
ρ - Hustota	$\left[\frac{m^3}{kg} \right]$
τ - Čas	$[s]$
\varnothing - Hustota tepelného toku	$\left[\frac{W}{m^{-2}} \right]$

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá technickým rozpracováním patentu [1] - konstrukčním návrhem chladicího zařízení pro aplikaci hypotermie na zvířecí tkáň. Volba tématu byla podmíněna mou láskou ke koním, o které se starám ve svých volných chvílích. Téma pokládám za aktuální hlavně z důvodu dnes používaných klasických metod, které mohou být překonány návrhem zařízení s využitím nových technických prostředků. Cílem mé práce je analyzovat problém, upřesnit zadání, stanovit funkční strukturu, navrhnout více možných variant řešení, ty posoudit a následně vybrat nejvhodnější, a tu zpracovat do úplné stavební struktury s vytvořením výkresové dokumentace. Podlé mého názoru je toto téma značně zajímavé a výsledný produkt může mít aplikační možnosti. Mám zájem pokračovat v práci na vývoji chladicího zařízení. V práci byla důsledně uplatněna metodika dle [2].

1 LITERÁRNÍ REŠERŠE

1.1 Hypotermie u koní

Podchlazení neboli hypotermie je stav, kdy teplota organismu poklesne pod úroveň potřebnou pro fungování běžného metabolismu. U teplokrevných zvířat včetně koní, se za normálních podmínek teplota udržuje na úrovni 38,5 - 39,3°C u hříbat, 37,5 - 38,5°C u mladých koní do 5 let a 37 - 38°C u koní nad 5 let. Je samozřejmé, že teplota koňských nohou je nižší než uvedené hodnoty a je závislá na teplotě okolí a fyzické námaze, které je nebo byl kůň vystaven ve zkoumaný čas. Hypotermie nastává, pokud vnitřní mechanismy těla nedokáží kompenzovat ochlazování vnějším prostředím. [3,4]



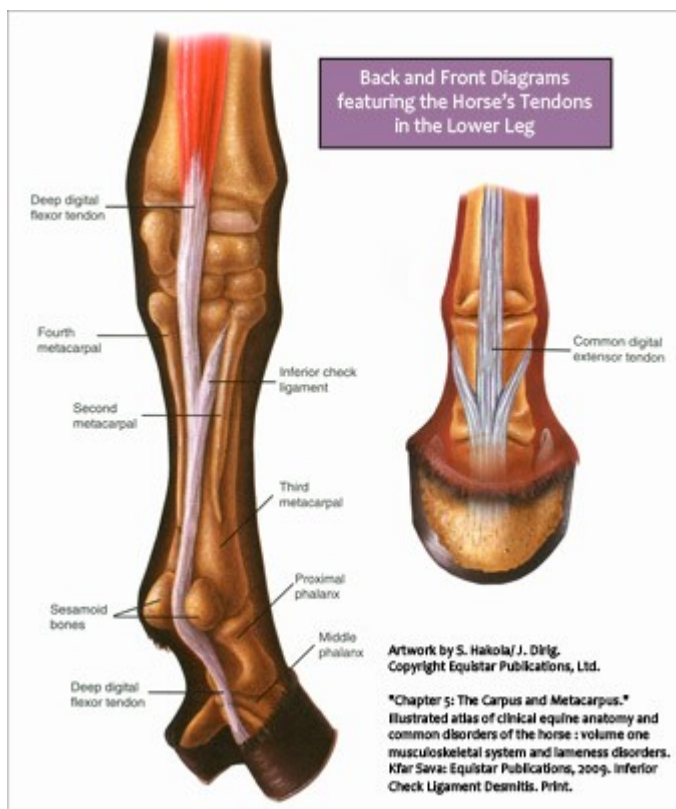
Obrázek 1 Termální obraz koňské nohy [5]

1.2 Mechanické a funkční vlastnosti šlachových struktur koně

Šlachy a vazy mají několik důležitých funkcí: [6]

- působí jako přenašeče síly pro zajištění dynamických změn na kloubech,
- ovlivňují pasivní funkci kloubů (zvláštní funkci sehrávají jako závěsný aparát spěnkového kloubu),
- jako elastické struktury jsou schopny absorbovat energii dopadu a uvolňovat ji při odrazu,
- snižují spotřebu svalové energie potřebné pro zajištění pohybu ve vysokých rychlostech.

Při zátěži dochází ve cvalu k protažení šlachy povrchového ohýbače prstu až o 16 %, z čehož vyplývá, že šlacha pracuje na hranici své mechanické pevnosti. Meze tolerance šlachy k přetížení jsou téměř nulové. Při práci je šlacha zatěžována cyklicky s frekvencí odpovídající počtu kroků nebo cvalových skoků za časovou jednotku. Záleží však také na členitosti povrchu, po kterém se kůň pohybuje. Význam cykličnosti pro vznik únavy je nejčastěji spojován s produkcí zbytkového tepla ve šlaše při opakovaných extenzích a flexích. [6]



Obrázek 2 Struktura šlach koně [7]

1.3 Léčba chladem

Ti, kteří se už nějakou dobu točí okolo koní, jistě slyšeli, že léčba chladem je výbornou metodou, jak zmenšit otok a zmírnit bolest. Mnozí majitelé koní, jejichž koně měli problémy s končetinami, ji aplikovali se skvělými výsledky například tak, že koně postavili do hlubokého sněhu. Skloubili tak efekt svalové aktivity a chladu a výsledek se dostavil - otok končetin se zmenšil. Tyto znalosti a zkušenosti už dnes jaksi chybí, snad ustoupily celé škále protizánětlivých a bolest potlačujících léků, avšak přikládání ledu nebo sněhu stále zůstává tou nejlevnější a velice spolehlivou metodou, jak rychle vyléčit akutní zánět a zabránit dalším problémům. [8]

Led nebo sníh se často nahrazuje studenou vodou. Ta však ochladí pouze kůži, protože se rychle zahřívá, a její teplotu nelze nijak kontrolovat a dostatečně rychle a spolehlivě regulovat. Tak se stane, že pokud jsou postiženy hlouběji uložené tkáně (svaly, šlachy, klouby), je jejich ochlazení nedostatečné. Spolehlivých výsledků dosáhneme pouze použitím pytlíků s ledem, bandáží naplněnou ledovou tříští nebo různých komerčně vyráběných obkladů či bandáží. [8]

Chlad má přímý vliv na rychlost vedení vzruchu v senzitivních nervech, které přivádějí bolestivé podněty do mozku. Bylo zjištěno, že 20-ti minutové působení ledu zpomalí toto vedení vzruchu natolik, že dojde k úplnému znecitlivění. [8]

1.3.1 Použití léčby chladem

Během tréninku, ale i při odpočinku ve výběhu si mohou koně navodit akutní trauma (to znamená například poranění, kopnutí, vyvrtnutí kloubku apod., ke kterému došlo nanejvýš před 48 hodinami). Pokud ihned začneme postižené místo chladit ledem a stáhneme pevným obvazem, omezíme nebo zmenšíme příznaky zánětu, který by se tam jinak vyvinul. Existují čtyři druhy poranění, které velice dobře reagují na léčbu chladem: šinbajny, splinty, hematomy a akutní záněty šlach. [8]

Pokud dojde k poranění šlachy, je třeba ihned přikládat led, aby se uvnitř nezačal tvořit hematom. Dnes se již vyrábí spousta komerčních zábalů na šlachy s ledem, které lze úspěšně použít. Jejich výhoda je v tom, že jsou tvarovány přesně podle končetiny a zároveň rovnoměrně ochlazují celý její povrch. Každou poraněnou šlachu by měl veterinář vyšetřit, aby určil její léčbu. [8]

1.3.2 Čas chlazení

Každé akutní stádium zánětu (to znamená 0-48 hodin po poranění) je třeba chladit po dobu asi 30 minut třikrát nebo čtyřikrát denně. Je ovšem pravda, že chladit ledem bychom měli déle než 30 minut pouze na doporučení veterináře. Dlouhodobé chlazení totiž léčbu neefektivní ani neprodlouží znecitlivění. Chlad, který je příliš silný nebo trvá příliš dlouho, totiž naopak způsobuje bolest. [8]

1.4 Současný stav techniky

V současné době jsou ke chlazení šlach v naprosté většině používány dopředu zmrazené sáčky. Od balení zmrzlého hrášku hrášků po speciální gelové obklady vyráběny

přímo pro tento účel. Další možností je tekoucí voda buď přímo litá na nohu nebo procházející dlahou na noze upevněnou. Používány bývají i různě chladící masti a gely. Je však zřejmé, že pokrok v této oblasti stagnuje a využívají se metody staré stovky let. Uvádím zde zařízení běžně dostupné na trhu, které mě zaujaly jak z konstrukčního, tak funkčního hlediska.

1.4.1 Chladivá bandáž

Chladivá bandáž je efektivním způsobem chlazení nohy koně. Bandáž udržuje teplotu asi 30 minut, což odpovídá maximální době chlazení doporučované znalci. Má suchý zip pro snadnou aplikaci. Cena se pohybuje okolo 650 Kč. Velkou nevýhodou je nutnost skladovat bandáž v mrazicím boxu. [9]



Obrázek 3 Ukázka chladivé bandáže [10]

1.4.2 Zdravotní kamaše pro koně na chladivý nebo teplý obklad

Kamaše mají uvnitř kapsu na gelovou vložku Cryoflex. Můžeme ji tak pohodlně a bezpečně aplikovat na nohu koně. Díky pružnému materiálu a nastavitelnému zapínání jsou kamaše upravitelné dle potřeby. Můžete dát na pravou nebo levou nohu. Obklad snadno připravíte buď namrazením nebo nahřátím v mikrovlnné troubě či vařením ve vodě. Udrží stálou teplotu 30 minut, poté účinnost klesá, celkem však působí cca 45 - 60 minut. Lze opakovaně používat po dobu 5-ti let, využití jako obklady na různé úrazy a pohmožděnin [11]



Obrázek 4 Zdravotní kamaše [12]

1.4.3 Chladící a masážní boty (COOL+PRESS® BOOTS)

Chladící návleky pracující na principu předem nachlazených gelových sáčků s přidaným vzduchovým masážním mechanismem. [13]



Obrázek 5 Cool+Press Boots [14]

2 POŽADAVKOVÝ LIST

2.1 Konzultace s veterinářem

Navrhované chladicí zařízení pro aplikaci hypotermie bude sloužit pro potřebu veterinární medicíny. Před upřesněním zadání a specifikací požadavků bylo tedy nutné vyhledat odbornou pomoc a zkonzultovat celou problematiku s veterinářem [15]. Prodiskutovali jsme hypotermii koní z lékařského hlediska a zodpověděl na mnou připravené otázky. Přímo na koňské končetině mi ukázal, kde jsou šlachy umístěny a jakou plní funkci. Také jsme upřesnili místo, které je třeba chladit

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 3D Scan

V rámci bakalářské práce jsem požádal pana [17], abychom naskenovali mnou chlazené místo - část koňské končetiny - školním 3D Scannerem Handyscan EXAscan. Z modelu mohu určit tvar a geometrii chlazeného místa. Dále také simulovat nasazení zařízení přímo na koňskou končetinu a řešit celkové rozměry vzhledem k druhé končetině, ocasu nebo hlavě. Výzvou tohoto skenování bylo také vyzkoušení si práce s 3D Scannerem a hlavně možnost skenovat živého tvora, který se pohybuje a tím komplikuje tvorbu modelu. Hned na začátku jsme museli vyřešit několik problémů. Až do poslední chvíle nebylo jisté, kterého koně budeme skenovat. Moje obavy, že se teplokrevný kůň Cortes bude skeneru bát, se ukázaly jako plané mohli jsme jej tedy skenovat. Proto je model vytvořen z dostihového typu koně. O těch lze říci, že jejich končetiny jsou si značně podobné a mohla by stačit jedna velikost zařízení, jak pro obě nohy, tak pro různé koně. Mohla započít práce v první řadě na omezení vlivu srsti koně. Na skenovanou část jsme natáhli starou punčochu a na ni nalepili kontaktní body, o které se skener opírá.

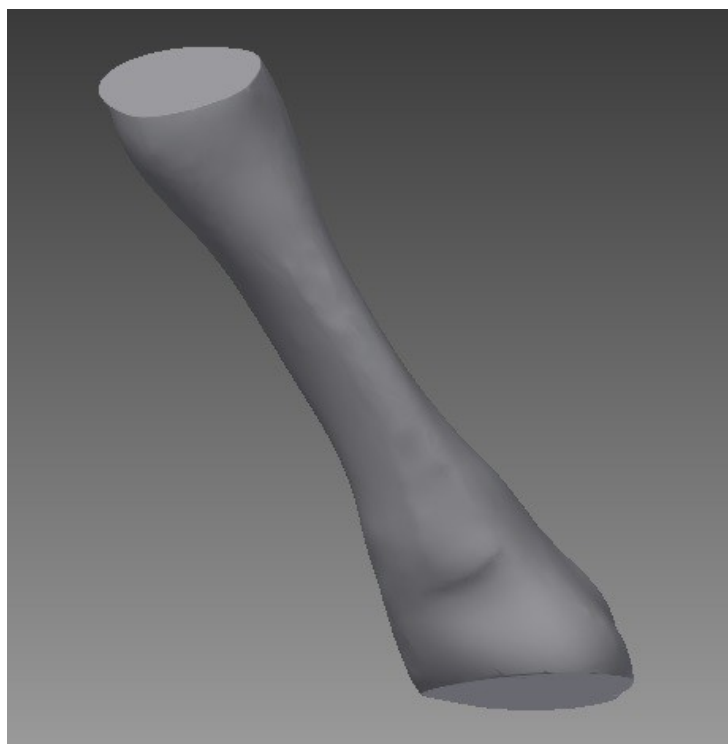


Obrázek 6 3D Scan 1 [17]

Skenování trvalo asi 1,5 hodiny a museli jsme často začínat znovu, protože se kůň pohnul a skeneru neseseděly kontaktní body. Zde se ukázala jeho obrovská přesnost jako nežádoucí. Práce probíhala na přední i zadní noze. Nakonec mi stačil jen model chlazeného místa jen na zadní noze, protože zadní holenní kost je větší a zařízení na ní bude dobře sedět. Celkově skenování dopadlo nad mé očekávání.



Obrázek 7 3D Scan 2 [17]



Obrázek 8 Model koňské končetiny [17]

3.1.1 Pokusný objekt

Jméno: Cortes

Plemeno: Český teplokrevník

Pohlaví: valach

Barva: hnědá

Datum narození: 30.1.1997

Otec: 2616 Gottward

Matka: 7-996 Camélia

Chovatel: Equicentrum, spol. s.r.o, Ostrava-Hrabová

Majitel: Jiří Bajer, Závěšice



Obrázek 9 Cortes

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá návrhem chladicího zařízení pro aplikaci hypotermie, které bude použito pro léčbu šlach na holenních kostech koní. Celou tuto myšlenku jsem v počátcích bral s rezervou a nebyl jsem si jist, zda by mohla být v praxi využitelná a realizovatelná. Postupem času jsem z překvapením zjistil, že používané postupy a hlavně stav techniky v dané oblasti je v současnosti velmi zastaralý a současnou technologii překonaný. Tvorba rešerše pomohla k vytvoření optimálního seznamu požadavků, abych mohl úspěšně navrhnout konstrukční řešení. Výsledkem mé práce jsou čtyři koncepty, z kterých jsem vybral ten nejlepší pro mnou zvolená kritéria. Pro tento návrh jsem zpracoval úplnou stavební strukturu. Zpracován je 3D model a výrobní dokumentace potřebná pro výrobu prototypu. Před zavedením do praxe však musí proběhnout řada simulací a úprav, na kterých bych chtěl pokračovat v navazujícím studiu.

SEZNAM LITERATURY:

- [1] *Zařízení pro aplikaci hypotermie* [patent]. B6, 303 114. Uděleno 29.2.2012.
- [2] Hubka Vladimír, *Konstrukční Nauka*, obecný model při konstruování, 2 přepracované a doplněné vydání. Vyd. 1995. 118s. ISBN 80-90 1135-0-8
- [3] Wikipedie, *Podchlazení* [online]. [cit. 5.12.2012]. dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hypotermie>
- [4] Teplota koně, *Vyšetření tělesné teploty koně* [online]. [cit. 8.1.2013]. dostupné z WWW: <http://www.dominika-svehlova.cz/prirucka3.asp>
- [5] Termální obraz, *Koňská končetina* [online]. [cit. 8.1.2013]. dostupné z WWW: <http://veterinary-thermal-imaging.com/>
- [6] Evropská dotační agentura, *Školení pro zemědělce chovatele koní* [online]. [cit. 15.1.2013]. dostupné z WWW: e-edu.eu/attachments/027_Úvod.doc
- [7] Šlachy koně, *Struktura šlach koně* [online]. [cit. 16.1.2013]. dostupné z WWW: <http://www.equestriancollections.com/mmeqc/images/newsletter/legs/Diagrams.jpg>
- [8] Zdraví koní, *Léčba chladem* [online]. [cit. 16.1.2013]. dostupné z WWW: http://equi.wz.cz/lecba_chladem.html
- [9] Jezdecké potřeby, *Chladivá bandáž* [online]. [cit. 16.1.2013]. dostupné z WWW: <http://www.highstepper.cz/cs/detail/316-chladiva-bandaz.html>
- [10] Jezdecké potřeby, *Chladivá bandáž obrázek* [online]. [cit. 19.1.2013]. dostupné z WWW: <http://www.highstepper.cz/cs/detail/316-chladiva-bandaz.html>
- [11] Daretex, *Výroba dek a ostatního zboží určeného pro koně* [online]. [cit. 19.1.2013]. dostupné z WWW: <http://www.daretex.cz/furban/eshop/38-1-Jezdecke-potreby-pro-kone/77-3-Bandaze/5/185-Kamase-pro-kone-zdravotni>
- [12] Daretex, *Zdravotní kamaše* [online]. [cit. 19.1.2013]. dostupné z WWW: http://www.daretex.cz/fotky16115/fotos/_vyr_185kamase.jpg
- [13] Fmbs therapy systems, *Produkty pro koně* [online]. [cit. 23.1.2013]. dostupné z WWW: <http://www.fmbs.co.uk/cold-compression-boots.html>
- [14] Fmbs therapy systems, *Cool+Press Boots* [online]. [cit. 23.1.2013]. dostupné z WWW: <http://www.fmbs.co.uk/images/sharonhunt-cool-compression.jpg>
- [15] ŠENK, DAVID, 2.2.2013, Upřesnění požadavků - ústní sdělení

- [16] Drawingnow, Horse_print [online]. [cit. 10.5.2013]. dostupné z WWW:
http://www.drawingnow.com/image-files/horse_print.gif
- [17] KUBÍN, TOMÁŠ, 23.4.2013, 3D skenování koňské končetiny.
- [18] NOGA, ZDENĚK, 19.11.2012, Experimentální měření - ústní sdělení
- [19] HASAL P., Schreiber I., Šnita D., et al. *Chemické inženýrství I*. Praha: VŠCHT, 2007. ISBN 978-80-7080-0027. Dostupné z WWW:
http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-978-80-7080-002-7/pages-img/obsah.html
- [20] Výpočty s teplem, *dimenzování chladičů* [online]. [cit. 11.5.2013]. dostupné z WWW: <http://www.fccps.cz/download/adv/frr/teplo.pdf>
- [21] Stavebnictví3000, *Tepelná vodivost vzduchu* [online]. [cit. 12.5.2013]. dostupné z WWW: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/soucinitel-tepelne-vodivosti-praxe-a-teorie/>
- [22] Vzduch, *Dynamická viskozita vzduchu* [online]. [cit. 12.5.2013]. dostupné z WWW: <http://www.converter.cz/tabulky/vzduch.htm>
- [23] Conrad, *Peltierův modul* [online]. [cit. 8.3.2013]. dostupné z WWW:
<http://www.conrad.cz/peltier-element-qc-31-1-4-3-7m.k182597>
- [24] ElektroPalouček, *Ventilátor* [online]. [cit. 26.4.2013]. dostupné z WWW:
<http://www.elektro-paloucek.cz/ventilatory/ventilatory-pristrojove/ventilator-12v-50x50-x-10-mm>
- [25] MICHNA, MARTIN, 11.5.2013, Elektrické rozvody - ústní sdělení
- [26] Battex, *Baterie* [online]. [cit. 11.5.2013]. dostupná z WWW:
<http://shop.battex.cz/vyrobky/1S1P-INT174565.php>
- [27] Battex, *Baterie obrázek* [online]. [cit. 11.5.2013]. dostupná z WWW:
<http://shop.battex.cz/images/1S1P-INT174565.jpg>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Termální obraz koňské nohy [5]	13
Obrázek 2 Struktura šlach koně [7]	14
Obrázek 3 Ukázka chladivé bandáže [10]	16
Obrázek 4 Zdravotní kamaše [12]	17
Obrázek 5 Cool+Press Boots [14]	17
Obrázek 6 Funkční struktura [2]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 7 Schéma A - Mobilní [16]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 8 Schéma A - Externí zdroj [16]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 9 Schéma A1 [16]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 10 Orgánová struktura [2]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 11 3D Scan 1 [17]	33
Obrázek 12 3D Scan 2 [17]	34
Obrázek 13 Model koňské končetiny [17]	34
Obrázek 14 Cortes	35
Obrázek 15 Měřicí zařízení	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 16 Experimentální měření	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 17 Kontaktní vrstva	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 18 Chladicí prvek	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 19 Nosný prvek	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 20 Peltierův článek [23]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 21 Rozměry článku [23]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 22 Chladič	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 23 Držák na ventilátory	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 24 Držák na baterie	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 25 Kryt baterií	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 26 Kryt žeber	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 27 Hliníková část	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 28 Ocelová krytka	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 29 Ventilátor [24]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 30 Baterie [27]	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 31 Izolace horní	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 32 Izolace čelní	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 33 Chladicí zařízení	Chyba! Záložka není definována.

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Specifikace požadavků [2]</i>	20
<i>Tabulka 2 Tabulka funkcí [2]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 3 Morfologická matice [2]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 4 Koncept A1 [2]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 5 Koncept A2 [2]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 6 Schéma B - Mobilní [16]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 7 Koncept B1 [2]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 8 Schéma B - Externí zdroj [16]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 9 Koncept B2 [2]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 10 Posouzení kritérií [2]</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
<i>Tabulka 11 Parametry navrženého zařízení</i>	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: CD - 3D model, Výkresová dokumentace, Poster

SEZNAM VÝKRESU

- 1. VSB_BAJ0025_01_Chladicí_zařízení_sestava*
- 2. VSB_BAJ0025_02_Držák_ventilátorů*
- 3. VSB_BAJ0025_03_Držák_baterií*
- 4. VSB_BAJ0025_04_Chladič*
- 5. VSB_BAJ0025_05_Chladicí_prvek*
- 6. VSB_BAJ0025_06_Kontaktní_vrstva*
- 7. VSB_BAJ0025_07_Kryt_žeber*
- 8. VSB_BAJ0025_08_Nosný_prvek*
- 9. VSB_BAJ0025_09_Sítka*
- 10. VSB_BAJ0025_10_Víko_baterií*
- 11. VSB_BAJ0025_11_Izolace*